

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月 6日
Date of Application:

出願番号 特願2003-029633
Application Number:

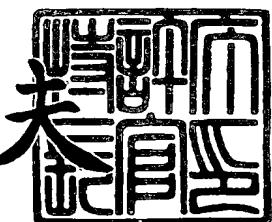
[ST. 10/C] : [JP2003-029633]

出願人 コマツ産機株式会社
Applicant(s):

2003年10月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P02-159

【提出日】 平成15年 2月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B23K 10/00

【発明者】

【住所又は居所】 石川県小松市串町フ1 コマツ産機株式会社 粟津工場
内

【氏名】 入山 孝宏

【発明者】

【住所又は居所】 石川県小松市串町フ1 コマツ産機株式会社 粟津工場
内

【氏名】 山口 義博

【発明者】

【住所又は居所】 石川県小松市串町フ1 コマツ産機株式会社 粟津工場
内

【氏名】 加端 哲也

【特許出願人】

【識別番号】 394019082

【氏名又は名称】 コマツ産機株式会社

【代表者】 鈴木 康夫

【代理人】

【識別番号】 100097755

【弁理士】

【氏名又は名称】 井上 勉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 025298

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9723532

【ブルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電極とノズルを備えてなるプラズマトーチからプラズマアークを発生させ、そのプラズマアークにより被加工物に対してプラズマ加工を施すプラズマ加工装置において、

前記電極および／またはノズルを消耗品としてその消耗品を複数備えるとともに、

- a) 消耗量を算出するための消耗量データを消耗品毎に記憶する記憶手段、
- b) 使用中の消耗品に対応する前記消耗量データを選択する選択手段、
- c) この選択手段により選択された消耗量データに基づいて消耗量を演算する演算手段および
- d) この演算手段により算出された消耗量を表示する表示手段

を備えることを特徴とするプラズマ加工装置。

【請求項 2】 前記演算手段により算出された消耗量が予め設定された消耗量に到達した際に警報を発する警報手段が設けられる請求項 1 に記載のプラズマ加工装置。

【請求項 3】 前記演算手段により算出された消耗量が予め設定された消耗量に到達した際に当該プラズマ加工装置の加工動作を加工終了時に停止させる加工停止手段が設けられる請求項 1 または 2 に記載のプラズマ加工装置。

【請求項 4】 前記消耗量データは、アーク発生回数、アーク発生時間およびアーク電流のうちの一部または全部の情報を含むものである請求項 1～3 のいずれかに記載のプラズマ加工装置。

【請求項 5】 前記選択手段は、前記記憶手段に入力された加工情報を参照することで、使用される消耗品を特定する構成である請求項 1～4 のいずれかに記載のプラズマ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマトーチから発生されるプラズマアークを用いて被加工物の溶断、溶接等を行うプラズマ加工装置に関し、より詳しくはプラズマトーチにおける電極やノズル等の消耗品の寿命を管理することのできるプラズマ加工装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

例えばプラズマ加工装置の一種であるプラズマ切断機では、プラズマトーチから高温・高速のプラズマジェットをワーク（被加工物）に吹き付けて、ワークを局所的に溶融し、溶融された部分を吹き飛ばしていくことで切断を行っている。この切断動作を行うにあたっては、プラズマトーチにプラズマガスを供給しつつプラズマトーチ内部の電極とノズルとの間でパイロットアークを発生させ、このパイロットアークを先導として電極とワークとの間のメインアークに移行させることで、高温のプラズマアークを生成し、このプラズマアークをプラズマトーチのノズルによって細く絞り込むことで、切断に適したプラズマジェット（高温高速噴流）にしている。

【0003】

前記プラズマトーチ内の電極とノズルは、高温のプラズマやアーク放電の影響により、切断を行う都度、アークが発生する度に消耗し、最終的にはプラズマアークの発生が困難になったり、切断品質が劣化したりするため、適当なタイミングで交換する必要がある。この電極とノズル（以下、「消耗品」という。）の寿命は、切断回数で数百回レベル、切断時間で数時間というものであるため、1日の作業の中で1回ないし2回程度は消耗品を交換する必要があり、交換のタイミングは作業者の経験に基づく判断に委ねられている。

【0004】

ところが、作業者の経験不足や不注意による見逃し等により、消耗品が寿命に至ったにもかかわらず使用を続けることがあり、このような場合に、切断不良を起こしたり、トーチを損傷したりするといった不具合が発生する。反対に、寿命に至るかなり前に消耗品を交換すれば、切断不良やトーチの損傷は回避できるが、高価な消耗品に対して無駄な使い方をすることになり、ランニングコストが嵩

んでしまうという問題がある。そこで、消耗品を効率良く使用するための寿命管理に関する従来技術が特許文献1～3にて提案されている。

【0005】

【特許文献1】

特許第2611337号公報

【特許文献2】

特開平5-245645号公報

【特許文献3】

特開平9-216066号公報

【0006】

前記特許文献1には、アーク発生回数、アーク発生時間およびアーク電流の検出データを所定の演算式で処理・積算していくことで消耗品の消耗量を推定し、この推定消耗量と許容消耗量とを比較した結果に基づいて、警報、作業停止あるいは残寿命の割合の表示等を行うための寿命判定回路に関する技術が開示されている。また、前記特許文献2には、先の特許文献1に対し、加工継続時間を積算し設定回路の出力と比較している点、および加工電流を変数として係数を選択している点で基本的に同一の技術思想が開示されている。また、前記特許文献3には、電極の消耗に伴い上昇する冷却水の温度を測定することで、消耗品の寿命判断を行うという技術が開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

通常、プラズマ切断機では、切断するワークの板厚に応じてアーク電流値が変更され、このアーク電流値の変更に合わせて対応するノズルや電極に交換される。このようにアーク電流値に応じてノズルや電極を交換する理由は、アーク電流値に対して切断品質および消耗品寿命（耐久性）が良好となる最適仕様のノズルや電極があるためである。また、この理由以外の理由によっても、寿命に達していない消耗品を交換する場合がある。すなわち、高精度の切断品質が要求される場合、あるいは切断動作の途中で消耗品が寿命に達する恐れがある場合などである。したがって、プラズマ切断機により切断加工を実施する際には、複数の消耗

品が適宜使い分けられる。

【0008】

しかしながら、前記特許文献1に係る技術では、単一の消耗品に対して寿命判定回路が組まれた構成であるために、前述のように複数の消耗品を使い分けた場合、消耗品毎にデータ管理や演算を施すことができず、各消耗品についての正確な寿命判定を行うことができないという問題点がある。また、前記特許文献2および特許文献3に係る技術も、単一の消耗品に対してのみ正確な寿命判定が可能な構成であるために、特許文献1に係る技術と同様の問題点を有している。

【0009】

本発明は、このような問題点を解消するためになされたもので、複数の消耗品のそれぞれについて正確な寿命判定を行うことができ、これにより各消耗品を効率良く使用することでランニングコストの削減を図ることのできるプラズマ加工装置を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段および作用・効果】

前記目的を達成するために、本発明によるプラズマ加工装置は、電極とノズルを備えてなるプラズマトーチからプラズマアークを発生させ、そのプラズマアークにより被加工物に対してプラズマ加工を施すプラズマ加工装置において、

前記電極および／またはノズルを消耗品としてその消耗品を複数備えるとともに、

- a) 消耗量を算出するための消耗量データを消耗品毎に記憶する記憶手段、
- b) 使用中の消耗品に対応する前記消耗量データを選択する選択手段、
- c) この選択手段により選択された消耗量データに基づいて消耗量を演算する演算手段および
- d) この演算手段により算出された消耗量を表示する表示手段

を備えることを特徴とするものである（第1発明）。

【0011】

本発明においては、記憶手段によって記憶される複数の消耗品のそれぞれの消

耗量データのうち、使用中の消耗品に係る消耗量データが選択手段によって選択され、この選択手段によって選択された消耗量データに基づいて消耗量が演算手段によって演算され、その結果算出された消耗量が表示手段によって表示される。このため、複数の消耗品のそれぞれについて正確な寿命判定を行うことができ、各消耗品を効率良く使用することができる。したがって、ランニングコストを削減することができるという効果を奏する。

【0012】

第1発明において、前記演算手段により算出された消耗量が予め設定された消耗量に到達した際に警報を発する警報手段が設けられるのが好ましい（第2発明）。こうすれば、作業者（管理者）に対して消耗品が寿命に達したことをより確実に知らせることができるので、作業者の不注意に起因する切断不良やトーチ損傷を確実に防ぐことができる。

【0013】

第1発明または第2発明において、前記演算手段により算出された消耗量が予め設定された消耗量に到達した際に当該プラズマ加工装置の加工動作を加工終了時に停止させる加工停止手段が設けられるのが好ましい（第3発明）。このように、パイロットアーク発生、メインアークへの移行、プラズマ加工およびプラズマアーク消滅という1サイクルのプラズマ加工の終了時に加工停止を行うことで、加工途中の被加工物が不良品になってしまふのを確実に防止することができる。

【0014】

ここで、前記消耗量データは、アーク発生回数、アーク発生時間およびアーク電流のうちの一部または全部の情報を含むものであり得る（第4発明）。

【0015】

第1発明乃至第4発明において、前記選択手段は、前記記憶手段に入力された加工情報を参照することで、使用される消耗品を特定する構成であるのが好ましい（第5発明）。このようにすれば、寿命管理の自動化が図れ、作業者（管理者）の労力を軽減することができるという利点がある。

【0016】

【発明の実施の形態】

次に、本発明によるプラズマ加工装置の具体的な実施の形態につき、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、プラズマ加工装置の一種であるプラズマ切断装置に本発明が適用された例である。

【0017】

図1には、本発明の一実施形態に係るプラズマ切断装置の全体斜視図が示されている。また、図2には、本実施形態に係るプラズマ切断装置の概略システム構成図が示されている。

【0018】

・ 本実施形態のプラズマ切断装置1は、図1において斜視図で示される装置本体と同図において図示省略されるNC（数値制御）装置15を備えて構成され、前記装置本体においては、鋼板W（被加工物）を支持する切断定盤（切断架台）2が矩形状のフレーム3の内側空間に配されるとともに、このフレーム3を跨ぐようく門形の走行ビーム4が配され、この走行ビーム4上にキャリッジ5が配されて、そのキャリッジ5にプラズマトーチ6が装着されている。ここで、前記走行ビーム4は、X軸モータ7の駆動によりフレーム3の長手方向（X軸方向）に配されるX軸レール8に沿ってX軸方向に走行可能とされ、前記キャリッジ5は、Y軸モータ9の駆動により走行ビーム4上に配されるY軸レール10に沿ってY軸方向に走行可能とされている。また、前記プラズマトーチ6は、Z軸モータ11の駆動によりキャリッジ5に対して上下方向（Z軸方向）に移動可能とされている。そして、各モータ（サーボモータ）7, 9, 11を前記NC装置15により制御することで、プラズマトーチ6は鋼板Wの任意の位置へ移動されるとともに、任意の高さ位置に位置決めされて鋼板Wの切断加工が行われる。

【0019】

前記プラズマトーチ6は、図2に示されるように、電極16とノズル17を備えてなり、ノズル17からプラズマガスを噴出させつつ電極16とノズル17との間でパイロットアークを発生させ、このパイロットアークを先導として電極16と鋼板Wとの間のメインアークに移行させることで高温のプラズマアークを生成し、このプラズマアークをノズル17によって細く絞り込むことで、切断に適

したプラズマジェット（高温高速噴流）を噴出するように構成されている。ここで、電極16は、交流電源18から電力を得ているプラズマ加工用電源装置19（以下、単に「電源装置19」という。）のマイナス端子に接続されており、この電源装置19においては、パイロット電流を出力するプラス端子がノズル17に接続され、メイン電流を出力するプラス端子が鋼板Wに接続されている。また、このメイン電流が供給されるラインには、アーク電流の出力を検出する加工電流検出器20が介挿されている。

【0020】

前記電源装置19の出力を調整する定電流制御回路21には、NC装置15からの起動信号および電流値設定信号がそれぞれ入力されるようになっており、本実施形態では、この定電流制御回路21により、前記加工電流検出器20による検出値とNC装置15から指令される設定電流値との差がゼロになるように電源装置19の出力電流を制御するようにされている。こうして、NC装置15からの起動信号が定電流制御回路21に入力されている間、電源装置19がNC装置15からの設定電流値に応じた電流を出力するようにされている。また、前記加工電流検出器20によってアーク電流が検出されると、つまりプラズマアーク（メインアーク）が発生されると、NC装置15に装備される電流検出スイッチ22がONされるとともに、このON信号が後述の中央処理装置23に入力され、電極16にアーク電流（メイン電流）が流れたことを検出できるようにされている。また、NC装置15にはタイマー24が装備され、このタイマー24によって1サイクルの加工におけるアーク発生時間が計測されるようになっている。なお、メイン電流が検出されると即座にパイロット電流回路を遮断するように制御されている。

【0021】

前記NC装置15は、記憶装置（記憶手段）25や中央処理装置（選択手段）23、サーボモータ駆動装置26等を備えて構成されている。また、このNC装置15には、当該NC装置15に対し入・出力装置として機能する操作盤27が付設されており、この操作盤27には、前記記憶装置25の内容や各種状態を表示する表示部（CRTまたはLCD）28や入力キー29、選択キー30等が設

けられている。そして、前記記憶装置25に記憶されているNCプログラムや加工情報等に基づいて中央処理装置23で演算された位置指令をサーボモータ駆動装置26を介して各軸サーボモータ7, 9, 11に伝達し、直線補間または円弧補間によりプラズマトーチ6を現在位置から目標位置まで移動させるようにされている。

【0022】

このように構成される本実施形態のプラズマ切断装置1により鋼板Wの切断動作を行うと、前記プラズマトーチ6内の電極16およびノズル17は、それぞれ高温のプラズマやアーク放電の影響により、切断を行う都度、アークが発生する度に消耗し、最終的にはプラズマアークの発生が困難になったり、切断品質が劣化したりするため、適当なタイミングで交換する必要がある。この際、電極16とノズル17の両者を同時に交換するのが好ましいとの観点から、本実施形態では電極16とノズル17のセットが寿命管理上の消耗品iと定義される。また、本実施形態では、表1に示される複数の消耗品i($i_1 \sim i_4$)が用意され、切断加工を施す鋼板Wの板厚等に応じてそれら消耗品i($i_1 \sim i_4$)を使い分けている。

【表1】

	消耗品i			
	i1	i2	i3	i4
切断板厚(mm)	1.2~3.2	3.2~6	4.5~12	9~19
アーク電流(切断電流)	25A	45A	90A	120A
ノズル(ノズル径 mm)	φ0.6	φ0.8	φ1.1	φ1.3
電極	A	B	C	D

【0023】

このように鋼板Wの板厚等に応じて使い分けられる複数の消耗品i($i_1 \sim i_4$)のそれぞれについて正確な寿命判定を行うために、前記記憶装置25には、消耗品i($i_1 \sim i_4$)毎に記憶領域31, 32, 33, 34が設けられ(図3参照)、各記憶領域31, 32, 33, 34に対応する消耗品iの消耗量データ(消耗量を算出するための寿命判断係数)や、設定寿命、付帯情報等が入・出力装置(操作盤27)を介して当該記憶装置25に読み込まれた際に、それら情報

が対応する記憶領域31/32/33/34における所定のデータ格納領域に記録保管されるようになっている（図3参照）。また、フロッピー（登録商標）ディスクやICカードなどの記録媒体に所定の形式で記録されたNCプログラムには使用する消耗品i（i1～i4）の種類や加工条件jなどの情報が含まれており、これら情報が記憶装置25にロードされたときに、かかる情報に基づいて中央処理装置23がこれから使用する消耗品i1/i2/i3/i4に対応する記憶領域31/32/33/34を選択するとともに、この選択された記憶領域31/32/33/34における加工条件jに係わるデータ格納領域のデータをオペランドとして選択するようにされている。ここで、前記消耗量データ（寿命判断係数）としては、アーケ回数や1アーケ当たりの消耗量、アーケ発生時間、単位時間当たりの消耗量などが挙げられる。一方、前記付帯情報は、消耗品管理をより容易に行うために記憶されるものであって、例えば累積アーケ回数や、累積アーケ時間、消耗量推定値、ノズルの種類、使用開始日時、アラーム表示使用率（表示部28にアラームを表示させる使用率の閾値であって、作業者等によって任意に設定される設定値）などが挙げられる。

【0024】

ここで、前記消耗品iの消耗量は、アーケ発生毎に大きく損傷する消耗と、アーケの連続発生により経時的に損傷する消耗とに分けて考えることができ、消耗品iにおいて加工条件jでの各寿命判断係数について、それぞれアーケ回数をNj、1アーケ当たりの消耗量をnj、アーケ発生時間をTjおよび単位アーケ時間当たりの消耗量をtjといった具合に定義すると、消耗量Vは簡易的に、

$$V = \sum (n_j \cdot N_j + t_j \cdot T_j)$$

と表わすことができる。

そして、寿命消耗量L（新品の消耗品iが寿命に到るまでに消耗される消耗量）に対する消耗量Vの百分率で定義される使用率Uが、表示部28において、図4に示される寿命管理画面にて表示される（ドットが施されている領域）。なお、この寿命管理画面において、消耗品の種類はノズルの種類に置きかえられて表示されている。

【0025】

また、本実施形態では、前記使用率Uと、前記アラーム表示設定使用率Dとの関係が、 $U \geq D$ になったとき、言いかえれば消耗量V、寿命消耗量Lおよびアラーム表示設定使用率Dが、 $V \geq L \times D$ の関係式を満たしたときに、表示部28においてアラームを表示させるようにされている（本発明の「警報手段」に相当）。こうして、作業者（管理者）に対して消耗品が寿命に達したことをより確実に知らせて、作業者の不注意に起因する切断不良やトーチ損傷などを確実に防ぐようになっている。

【0026】

さらに、本実施形態では、 $V \geq L \times D$ となった場合に、NC装置15による制御により、1サイクルの加工が終了したときに、当該プラズマ切断装置1の加工動作を停止させるようにされている（本発明の「加工停止手段」に相当）。こうして、加工途中の鋼板Wが不良品になってしまふのを確実に防止するようにされている。

【0027】

次に、複数の消耗品i（i₁～i₄）を鋼板Wの板厚等に応じて使い分けつつそれぞれの消耗品iについて正確な寿命判定を補償するアルゴリズムに基づいて作成された寿命判定プログラムの処理内容について、図3のフローチャートを参考しつつ説明する。なお、図中記号Sはステップを表わしている。

【0028】

NCプログラムを記憶装置25に読み込むことで消耗品iの種類や加工条件などの情報を取得するとともに（S1）、これら情報に基づいて使用する消耗品iの種類や、加工条件を判断する（S2～S3）。この際、例えば使用する消耗品iがi₁で加工条件がjであると判断した場合には、消耗品i₁に応じた最適のアーク電流値（25[A]：表1参照）を設定するとともに、消耗品i₁の記憶領域31を選択してその記憶領域31における加工条件jに係わるデータ格納領域のデータをオペランドとして設定する（S4）。

【0029】

次いで、電源装置19の起動によって（S5）、電極16と鋼板Wとの間に切断加工に供されるプラズマアークが発生される。その後、電流スイッチ22のO

N信号の入力にてアーク電流の出力を検出したら（S6）、中央処理装置23内のレジスタにNjのデータを転送しそのNjの値をカウントアップ（+1）するとともに、このカウントアップされたNjのデータを元のデータ領域に転送する（S7）。また、加工開始から加工終了までの時間（ΔTj）をタイマー24により計測し（S8～S10）、この計測時間ΔTjを中央処理装置23内のレジスタに転送されたTjの値に積算するとともに、この積算されたTjのデータを元のデータ領域に転送する（S11）。そして、消耗量Vを演算し（S12）、その結果算出された消耗量VとL×D（寿命消耗量×アラーム表示設定使用率）の値とを比較する（S13）。V≥L×Dのときには、表示部28にアラーム表示させる（S14）。一方、V<L×Dのときには、次の加工動作を行う（S15）。

【0030】

本実施形態によれば、複数の消耗品i（i1～i4）のそれぞれについて正確な寿命判定を行うことができるので、各消耗品（i1～i4）を効率良く使用することができる。したがって、ランニングコストを大幅に削減することができるという効果を奏する。

【0031】

なお、本実施形態においては、プラズマ加工装置におけるプラズマ切断機に本発明が適用された例を示したが、プラズマ溶接機に本発明が適用し得るのは言うまでもない。

【0032】

また、本実施形態においては、複数の消耗品i（i1～i4）に係る記憶領域の選択が寿命判定プログラムによって自動的に行われる様子を示したが、これに限られず、例えば作業者（管理者）による選択キー30の操作にて複数の消耗品i（i1～i4）に係る記憶領域の選択を行うようにする様子もあり得る。

【0033】

また、本実施形態においては、電極とノズルのセットを消耗品として定義して寿命管理を行うようにされているが、電極またはノズルのみを本発明の主旨に沿って寿命管理するようにしても良い。

【0034】

また、N C 装置 15 に対してコンピュータによるネットワークを構築し、そのネットワーク上のコンピュータで前記寿命判定プログラムを実行させるようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、本発明の一実施形態に係るプラズマ切断装置の全体斜視図である。

【図 2】

図 2 は、本実施形態に係るプラズマ切断装置の概略システム構成図である。

【図 3】

図 3 は、寿命判定プログラムの処理内容を表わすフローチャートである。

【図 4】

図 4 は、表示部によって表示される寿命管理画面の一例を表わす図である。

【符号の説明】

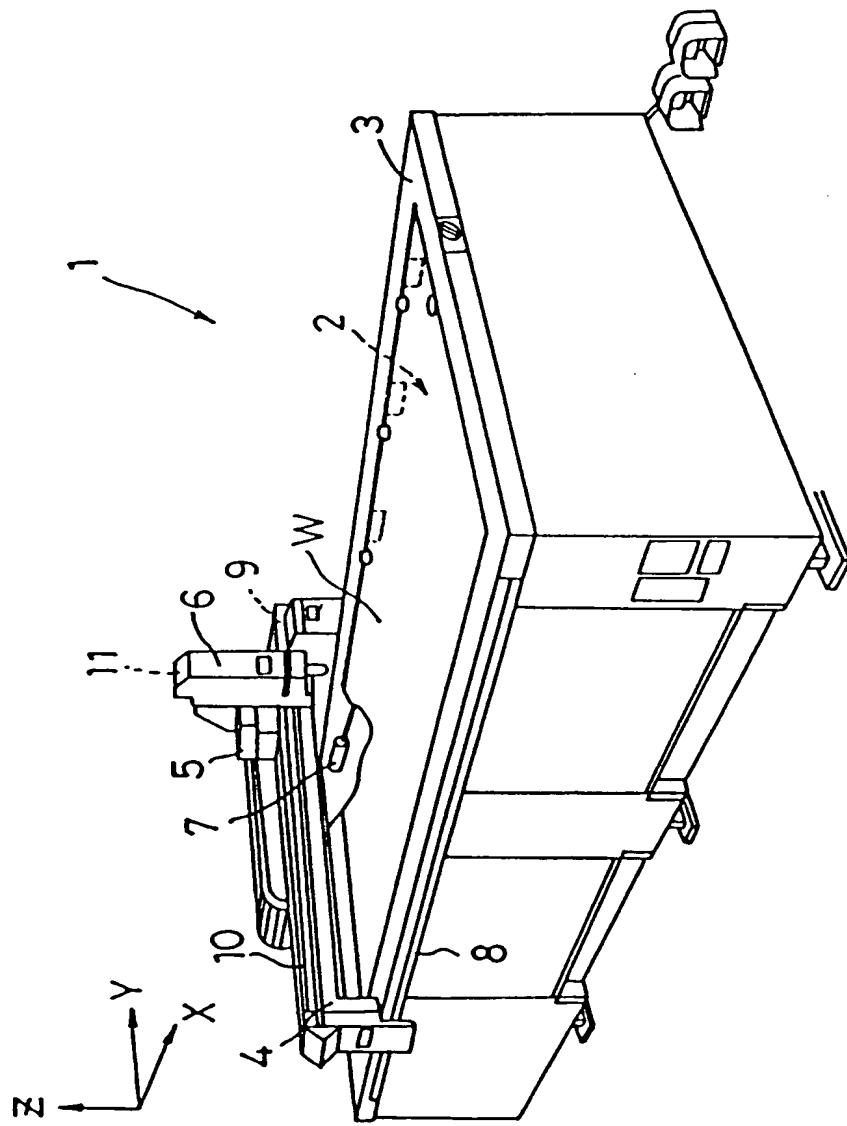
1	プラズマ切断機
6	プラズマトーチ
15	N C 装置
16	電極
17	ノズル
23	中央処理装置（演算・選択手段）
25	記憶装置（記憶手段）
27	操作盤
28	表示部（表示手段）
30	選択キー
W	鋼板（被加工物）
i (i ₁ ~ i ₄)	消耗品
N j	アーク発生回数
T j	アーク発生時間
V	消耗量

【書類名】

図面

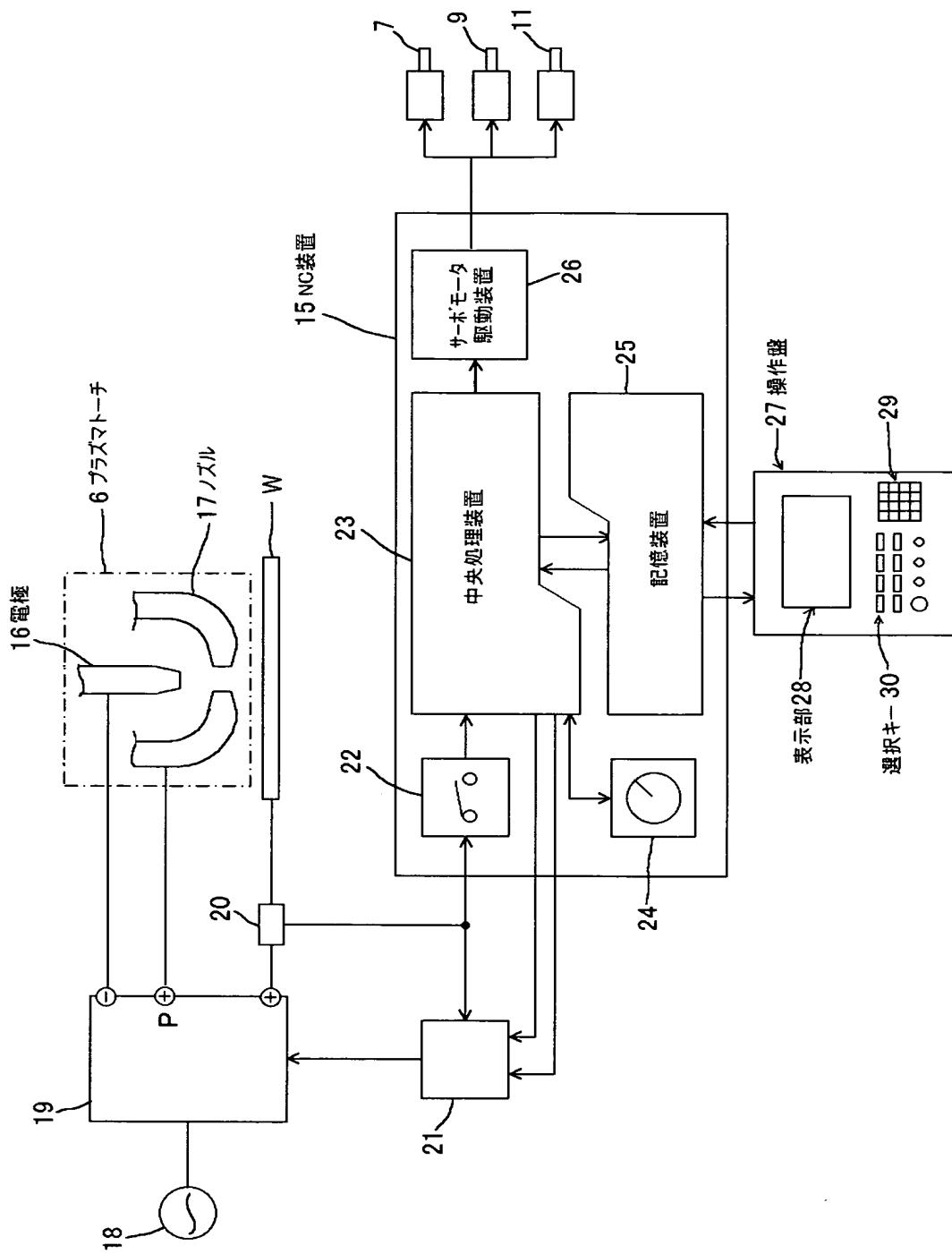
【図1】

本発明の一実施形態に係るプラズマ切断装置の全体斜視図



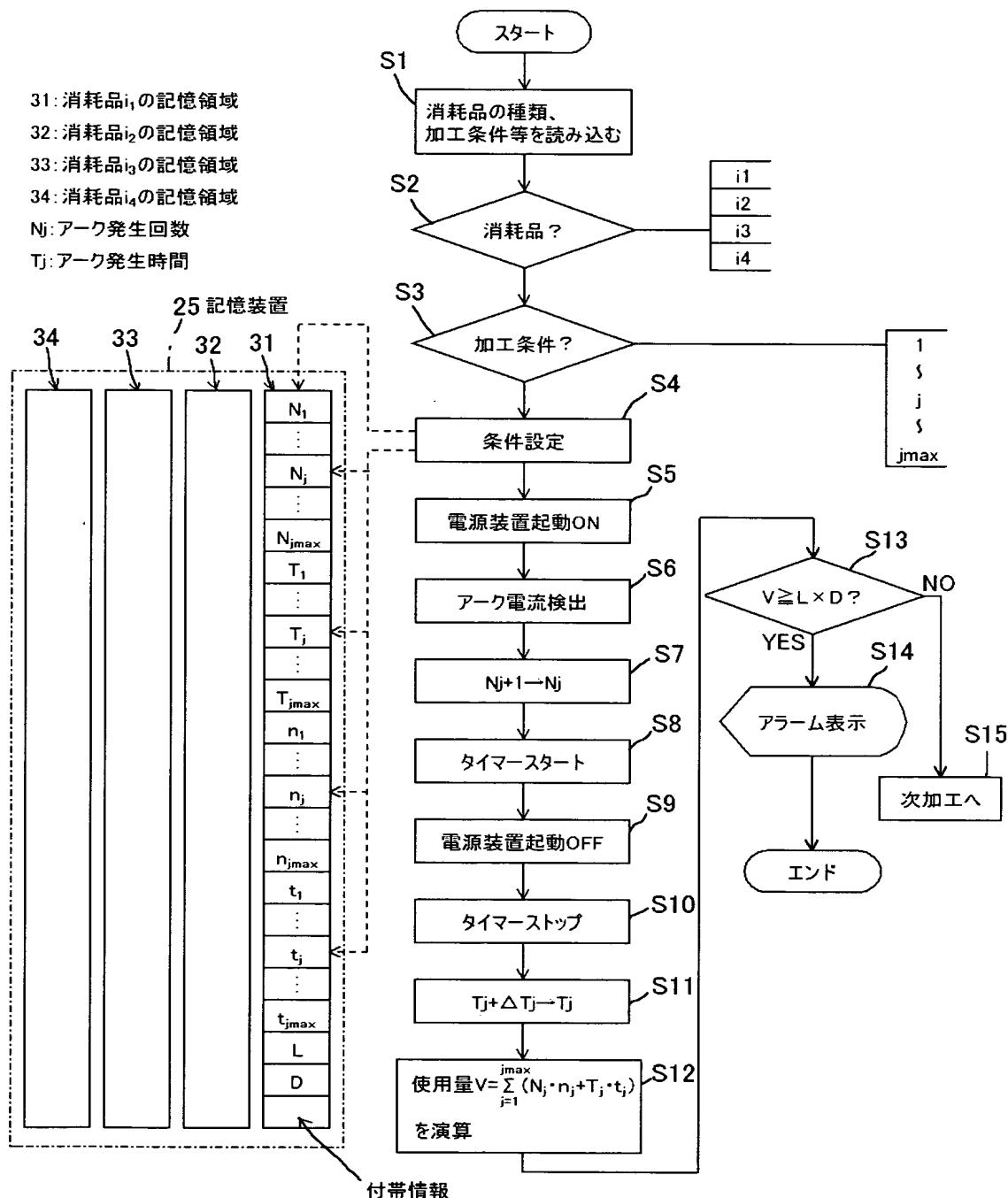
【図2】

本実施形態に係るプラズマ切断装置の概略システム構成図



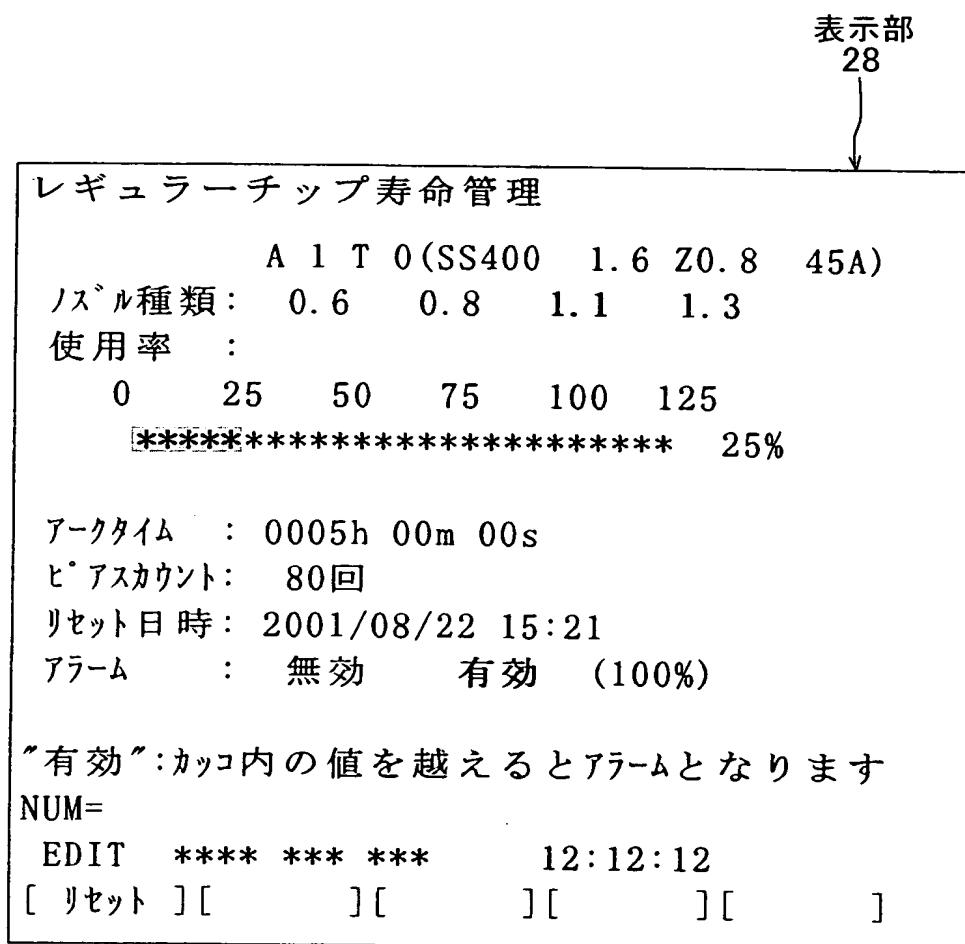
【図3】

寿命判定プログラムの処理内容を表わすフローチャート



【図4】

表示部によって表示される寿命管理画面の一例を表わす図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の消耗品（電極および／またはノズル）のそれぞれについて正確な寿命判定を行うことができ、これにより各消耗品を効率良く使用することでランニングコストの削減を図ることのできるプラズマ加工装置を提供する。

【解決手段】 電極16とノズル17を備えてなるプラズマトーチ6からプラズマアークを発生させ、そのプラズマアークにより被加工物Wに対してプラズマ加工を施すプラズマ加工装置1において、電極16および／またはノズル17を消耗品iとしてその消耗品iを複数備えるとともに、消耗量Vを算出するための消耗量データ（Nj, nj, Tj, tj, ...）を消耗品i毎に記憶する記憶装置25、使用中の消耗品iに対応する前記消耗量データを選択する中央処理装置23により算出された消耗量Vを表示する表示部28を備える構成とする。

【選択図】 図2

特願 2003-029633

出願人履歴情報

識別番号 [394019082]

1. 変更年月日 1994年 8月12日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都港区赤坂二丁目3番6号
氏名 コマツ産機株式会社